

Aplicação de um *software Advanced Planning Scheduling* na programação da produção de uma indústria metalúrgica: um estudo de caso

Bruno da Silva Barreto (Universidade Federal de São Carlos - UFSCar) bsbarreto@gmail.com
Paulo Roberto Avancini (Instituto Federal do Espírito Santo - Ifes) paravancini@gmail.com
Juliana Keiko Sagawa (Universidade Federal de São Carlos - UFSCar) juliana@dep.ufscar.br

Resumo:

Para que uma empresa possa se manter atuante no mercado é preciso que compreenda e seja capaz de gerenciar as mudanças, de forma que estas se tornem uma vantagem competitiva. É necessário um processo melhor, capaz de reagir de maneira sistemática, inteligente e rápida às variações vindas do mercado, dos fornecedores e até das atividades internas da própria organização. É nesse cenário que a aplicação de um software *Advanced Planning Scheduling* - APS em uma indústria adquire relevância, uma vez que possibilita à empresa obter planos de produção mais factíveis e confiáveis. Este trabalho foi então norteado pelos seguintes objetivos: observar e descrever o processo de implantação do APS, além de avaliar o resultado da implantação dessa ferramenta para a melhoria da eficiência do setor de planejamento e controle de produção (PCP) da empresa, com o foco no cumprimento dos prazos de entrega dos pedidos. Para isso, foi realizado um estudo de caso em uma indústria metalúrgica que representa bem o contexto dessa pesquisa, uma vez que essa empresa vinha sofrendo com o grande número de ordens atrasadas. Uma solução tangível para esse problema seria o melhor sequenciamento de sua produção. Como resultado, verificou-se que em muito pouco tempo após a sua implantação, o sistema APS foi capaz reduzir de 83,59% para 32,99% a quantidade de ordens em atraso da empresa, obtendo também resultados positivos em termos financeiros, como redução de capital imobilizado.

Palavras chave: *Softwares APS, Programação da Produção, Indústria Metalúrgica.*

Application of an Advanced Planning Scheduling software in production scheduling of a metallurgic industry: a case study

Abstract

For a company to remain active in the market, its managers should understand and be able to manage the changes so that they become a competitive advantage. It is necessary to have a better process and to react of systematically, intelligently and quickly to the disturbances coming from the market, from the suppliers and even from the internal activities of the organization. It is in this scenario that the implementation of an Advanced Planning Scheduling software (APS) in a company acquires great importance, since it will enable to obtain more feasible and reliable production plans. This work was then guided by the following objectives: to observe and describe the process of implementation of the APS, and to evaluate the result of the implementation of this software in terms of improving the Production Planning and Control (PPC) of the company, with the focus on meeting the due dates of the orders. For this purpose, a case study in a metallurgic company was conducted. The selected company represent the context of this research, since was presenting a large number of tardy jobs. A tangible solution to this problem would be a best production scheduling. As a result, it was found that, in a very short time after its implementation, the APS system was able to reduce from 83.59% to 32.99% the

amount of the company's backlog, leading to positive results in financial terms, as the reduction of the inventory levels.

Key-words: APS softwares, Production Scheduling, Metallurgical industry.

1. Introdução

A produção industrial brasileira está passando por um período de incertezas e vicissitude, o que é corroborado pelos os indicadores conjunturais da indústria divulgados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE. No mês de fevereiro de 2016 a produção industrial caiu em 11 dos 14 locais pesquisados quando comparados aos dados referentes ao mesmo período de 2015 (IBGE, 2016a). Em contrapartida, em março de 2016, houve um crescimento da produção industrial em 10 dos 14 locais pesquisados (IBGE, 2016b). Já os dados da pesquisa divulgados em junho de 2016, apontaram que houve uma queda em 9 dos 14 locais pesquisados (IBGE, 2016c).

Diante desse cenário, as empresas de produção de bens e/ou serviços precisam estar preparadas para enfrentarem as mais diversas adversidades, precisam ser capazes de reagirem às mudanças, serem flexíveis e se adequarem à realidade da economia nacional.

Uma empresa capaz de programar a sua produção baseada nas necessidades do mercado, capaz de se reprogramar eficientemente caso haja algum imprevisto, estará mais preparada e apta a contornar esse momento turbulento do cenário brasileiro atual.

Este trabalho apresenta um caso de implantação de um *software* de sequenciamento da produção com capacidade finita, conhecido de forma geral como *Advanced Planning Scheduling* (APS), em uma indústria metalúrgica.

Os objetivos principais são observar e descrever o processo de implantação do APS, além de avaliar o resultado da implantação de uma ferramenta como o APS para a melhoria da eficiência do setor de planejamento e controle de produção (PCP) da empresa, com o foco no cumprimento dos prazos de entrega dos pedidos.

Através de uma integração do APS com o sistema de gestão empresarial (*Enterprise Resource Planning* - ERP) e o sistema de apontamento já existente na empresa, buscou-se gerar melhores soluções em sequenciamentos da produção, considerando a disponibilidade efetiva dos recursos produtivos, suas restrições, demandas e políticas. Com isso, almejava-se aumentar o nível de atendimento das datas de entrega dos pedidos existentes e melhorar a acurácia das datas de entrega prometidas aos clientes.

Segundo Jonsson et. al., 2007; Rudberg and Thulin, 2008; Viswanathan, 2010, *apud* Ivert e Jonsson (2014), esse trabalho se justifica, pois poucos sistemas APS tem sido implementados nos processos de PCP e poucos, seja na prática ou no meio acadêmico, entendem quando usarem os sistemas APS como suporte ao PCP. Assim, este estudo busca contribuir com um relato de uma situação prática, descrevendo tanto o processo de implantação como apresentando os resultados iniciais obtidos pela empresa com a implantação dessa ferramenta.

2. Revisão bibliográfica

2.1 Programação de Operações (*Scheduling*)

Para Sipper e Bulfin (1997), o sequenciamento da produção é um processo de organizar, escolher e temporizar o uso de recursos para realizar todas as atividades necessárias para produzir as saídas nos momentos desejados. Fernandes e Godinho Filho (2010) dizem que o sequenciamento ocorre quando se deve priorizar certas ordens a serem executadas em um

recurso ou deseja-se determinar a sequência em que as tarefas deverão ser executadas.

A capacidade de manipular a maneira como as operações são sequenciadas em uma máquina afeta não apenas os tempos de preparação da máquina, mas também as datas das entregas e os trabalhos em andamento (LIDDELL, 2009). Sendo assim, o sequenciamento tem grande efeito sobre o desempenho do negócio, em dimensões tais como eficiência e a flexibilidade (SNOO, WEZEL e JORNA, 2011).

Existem na literatura diversas regras de sequenciamento. A tabela 1, adaptada de Fernandes e Godinho Filho (2010), Gaither e Frazier (2002), Lustosa et. al. (2008) e Tubino (2009), demonstra algumas das regras de sequenciamento reconhecidas.

SIGLA	ESPECIFICAÇÃO	DEFINIÇÃO
FIFO	<i>First In, First Out</i>	O sequenciamento é feito de acordo as ordens que entram no sistema. As ordens que entram primeiro devem ser as primeiras a saírem. Essa regra procura minimizar o tempo de permanência nas máquinas ou na fábrica.
LIFO	<i>Last In, First Out</i>	O sequenciamento é feito priorizando a última peça que entra, devendo ser a primeira a sair.
SPT	<i>Shortest Processing Time</i>	As tarefas são sequenciadas na ordem crescente de seus tempos de processamento. Sua utilização visa reduzir o tamanho de filas e o aumento do fluxo.
LPT	<i>Longest Processing Time</i>	A prioridade é dada pelo maior tempo de processamento total. Contrário à regra SPT. Sua utilização visa à redução de troca de máquinas.
EDD	<i>Earliest Due Date</i>	As tarefas são sequenciadas na ordem crescente de seus prazos. A finalidade é reduzir os atrasos.
LS	<i>Least Slack</i>	A prioridade é dada pela menor folga entre a data de entrega e o tempo total de processamento entre as tarefas que estão à espera. É classificada por prazo de entrega e visa reduzir atrasos.
LWQ	<i>Least Work Next Queue</i>	A prioridade é dada para a tarefa com destino à máquina ou estação de trabalho com menor fila no momento. Essa regra objetiva evitar a parada de um processo.
CR	<i>Critical Ratio</i>	As tarefas são sequenciadas na ordem crescente de suas razões críticas (tempo restante até o prazo dividido sobre o tempo de processamento da tarefa).
DLS	<i>Dynamic Least Slack</i>	A prioridade é dada a menor folga (diferença entre a data prometida e o tempo total restante de processamento).

Fonte: Adaptado pelo autor

Tabela 1 - Regras de sequenciamento

2.2 Advanced Planning Scheduling (APS)

Um *software* APS é um sistema de informação que utiliza algoritmos matemáticos avançados ou lógica para apoiar o planejamento de tarefas (APICS, 2010).

O seu surgimento deu-se pela necessidade de se gerar uma programação que fosse capaz de representar fielmente o ambiente fabril, gerando planos de produção viáveis e factíveis, considerando praticamente todas as variáveis e restrições inerentes ao ambiente produtivo, como, por exemplo, a restrição de capacidade finita dos recursos e insumos.

Anteriormente ao APS já existiam sistemas que contribuía para a realização do planejamento e programação da empresa, mas o foco desses sistemas não era realizar o

sequenciamento da produção em si, não sendo capazes de considerar detalhadamente as variáveis e restrições que o ambiente fabril está sujeito. Tais sistemas são, como se sabe: *Material Requirements Planning* (MRP I), *Manufacturing Resources Planning* (MRP II) e *Enterprise Resource Planning* (ERP).

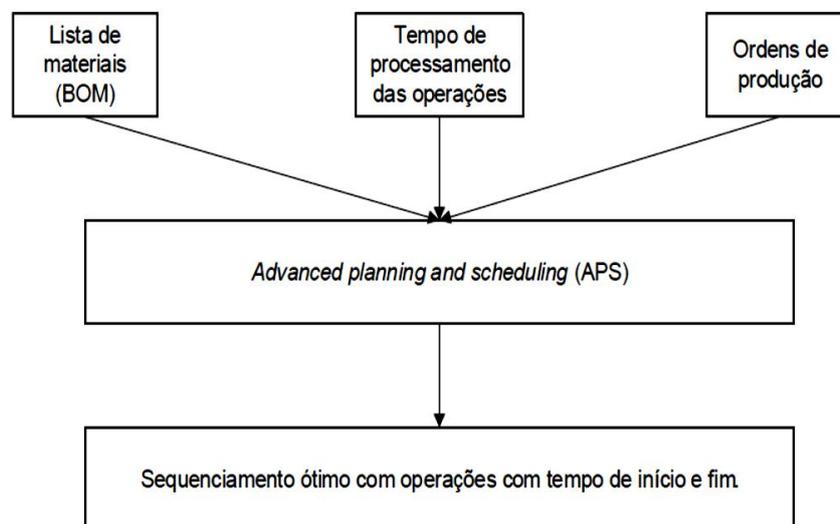
De acordo com Hvolby e Jensen (2010), o MRP foi desenvolvido em torno das listas de materiais (*Bill Of Materials* - BOM) e a sua vantagem foi a capacidade de explodir, em vários níveis, os componentes da lista necessários para construir os itens até o final.

A segunda geração do MRP, denominada MRP II, desenvolvida na década de 80, passou a incorporar, além das necessidades de materiais, análises de restrições de capacidade da fábrica e recursos financeiros da empresa (MESQUITA; SANTORO, 2004).

Conscientes das limitações do MRP, os seus desenvolvedores lançaram no mercado um sistema capaz de integrar os diversos dados e processos de uma empresa e de fazer a integração dos diversos departamentos. Tratava-se do sistema ERP, que diferem dos sistemas MRP pelo grande número de funcionalidades, como o gerenciamento de estoques, lançamento de ordens, compras e contabilidade (LIDDELL, 2009).

A fim de atender a uma gama ainda maior de indústrias que utilizam o seu sistema ERP, os seus desenvolvedores passaram a implementar os módulos APS aos seus produtos. Com isso, as indústrias passam a contar com duas ferramentas para o melhor planejamento e sequenciamento da produção (LIDDELL, 2009).

Embora os sistemas APS sejam capazes de planejar e programar uma grande quantidade de ordens de produção, considerando todos os relacionamentos que dizem respeito ao momento exato de processamento, esses sistemas não substituí e sim complementam os sistemas ERP (STEGGER-JENSEN et. al., 2011). O ponto forte dos sistemas ERP não está na área de programação da produção, sendo assim, os sistemas APS têm sido desenvolvidos para preencher esta lacuna (STADTLER, 2005).



Fonte: Chen e Li (2006)

Figura 1 - Diagrama esquemático do APS

As ferramentas APS abrangem funcionalidades incluindo planejamento da programação integral, programação baseada em restrições, otimização e simulação *what-if* (Van Eck, 2003; Stadler and Kilger, 2005 apud Ivert e Jonsson (2014)). Essas funcionalidades podem servir como suportes importantes para o PCP (BOWER, 2006; WALLACE, 2006; MICHAEL, 2007; VISWANATHAN, 2010 apud IVERT E JONSSON, 2014).

Segundo Hvolby e Sterger (2010), o sistema APS possibilita a geração de sequenciamentos de produção mais realistas e confiáveis.

3. Método de pesquisa

Esta pesquisa utiliza como abordagem metodológica um estudo de caso único e longitudinal com propósito descritivo, onde buscou observar as mudanças ocorridas no processo produtivo da empresa estudada com a implantação do sistema APS ao longo do período de 14 meses, desde o início do processo de implantação até os primeiros resultados gerados pela solução.

O contato com essa metalúrgica foi facilitado através da empresa que implantou o software APS.

Segundo Miguel e Souza (2012), o estudo de caso é um trabalho de caráter empírico que investiga um dado fenômeno dentro de um contexto real contemporâneo por meio de análise aprofundada de um ou mais objetos de análise (casos).

O objeto de estudo é uma empresa metalúrgica, que de acordo com seu planejamento estratégico, busca aumentar a sua produção para os próximos anos e para isso precisa reduzir as falhas na coordenação do produtivo começando com um melhor cumprimento dos prazos de entrega dos pedidos.

Segundo Silva e Menezes (2005), a pesquisa é de natureza aplicada, uma vez que objetiva gerar conhecimentos para a aplicação prática e dirigidos à solução de problemas específicos, os quais, neste caso, estão diretamente ligados a programação da produção da empresa estudada.

A abordagem do problema é característica de uma pesquisa qualitativa, já que, segundo Silva e Menezes (2005), a interpretação dos fenômenos e a atribuição de significados são básicas no processo de pesquisa qualitativa.

4. Estudo de caso

4.1 A empresa

A empresa estudada trata-se de uma metalúrgica de médio porte localizada no estado de São Paulo, a qual fabrica peças que vão de tamanhos milimétricos a mais de 2 metros, pesando várias toneladas. Seus projetos atendem aos mais importantes e variados segmentos como agricultura, petróleo e gás, metalurgia e siderurgia, entre outros.

4.2 O processo de fabricação

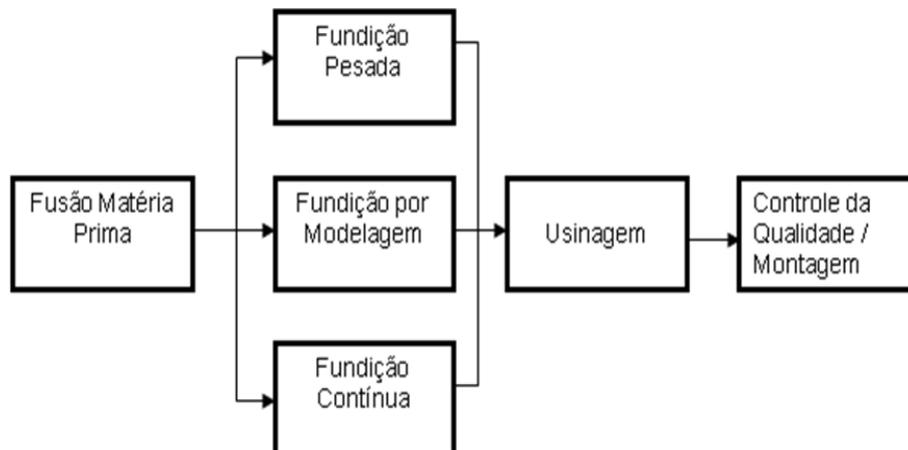
O processo de fabricação da empresa segue o esquema da figura 2; ele começa pela fase da fusão da matéria prima, em que diferentes ligas metálicas pré selecionadas irão ser aquecidas até atingirem o seu ponto de fusão formando assim uma só liga metálica com as propriedades e características requeridas.

Após essa etapa, segue-se para o processo de fundição, que é o processo de vaziar o metal líquido por um molde que contém uma cavidade com a forma desejada, depois permitir que esfrie e se solidifique.

Dando sequência, têm-se o processo de usinagem, que compreende todo o processo mecânico onde é retirado o material de excesso com auxílio de uma ferramenta de corte, obtendo-se assim uma peça com formas e dimensões desejadas.

Por fim, o processo é finalizado passando pelas etapas de controle da qualidade e montagem. Alguns produtos finais são formados por mais de uma peça. De forma geral, não existem montagens complexas, mas sim a necessidade de se inspecionar e embalar os conjuntos

conforme especificação do cliente. Assim, nas peças produzidas, são realizadas inspeções e análises físico químicas, metalográficas, de características mecânicas, entre outras. Só após essas análises é que elas seguem para a montagem.



Fonte: Empresa de implementação do software (2015)

Figura 2 - Etapas de produção

4.3 Programação da produção antes da implantação do software APS

O sequenciamento da produção antes da implantação do APS era realizado por meio de planilhas eletrônicas e, embora a empresa já possuir o sistema ERP, não havia sincronização entre as ordens de produção. Cada ordem ficava isolada em uma determinada planilha; com isso, o programador não conseguia enxergar essas ordens em conjunto de uma só vez nem o impacto que uma ordem poderia gerar sobre a outra em relação à utilização de um determinado recurso por essas ordens.

O ERP gerava relatórios de demandas, listas de materiais, roteiros e estoques. O sequenciamento era feito por um programador baseado nessas informações.

A programação da produção era realizada de acordo a capacidade de produção das etapas de fusão e fundição. Realizada a programação nessas etapas, o setor de usinagem trabalhava nos produtos gerados por essa programação.

Não existia uma regra de programação da produção bem estruturada. A produção era programada para produzir as ordens mais urgentes ou ordens menores que poderiam ser produzidas por ligas metálicas que sobraram de ordens anteriores, as quais já haviam passado pelo processo de fusão.

Na etapa da fusão existia um programador que identificava as emergências e as ordens em atraso, sem haver sincronização entre as áreas de fundição e usinagem. Não havia controle sobre a quantidade de ordens que haviam em atraso e nem sobre o status de cada ordem. O que era programado na fusão não era enxergado no setor de usinagem.

Devido a uma programação ineficiente, a usinagem muitas vezes trabalhava em peças que não possuíam prioridade para atendimento da demanda, acarretando em altos estoques dessas peças e, em contra partida, um grande número de ordens em atrasos por falta de peças que realmente deveriam atender à demanda, mas que não foram processadas.

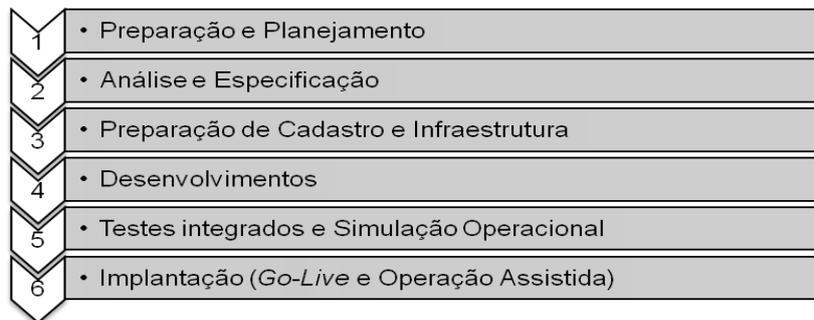
Então, devido a esse cenário, a direção da empresa buscou uma alternativa para fazer com que as etapas processassem somente os pedidos que atenderiam as ordens corretamente programadas, sem que estas gerassem altos estoques de peças acabadas que não seriam prontamente vendidas. Assim, buscava-se reduzir a ocorrência de ordens em atraso por falta

de produtos.

Após reuniões entre os diretores da empresa, foi decidido o investimento em um software APS, pois julgavam que essa ferramenta poderia ser capaz de melhorar o sequenciamento da produção com o foco na diminuição de ordens em atrasos.

4.4 Metodologia de implantação do software APS

A metodologia de implantação do APS para o caso específico dessa empresa seguiu as seis etapas descritas na figura 3 a baixo:



Fonte: Empresa de implementação do software (2015)

Figura 3 - etapas de implantação

4.4.1 Preparação e planejamento

Para que fosse possível dar início a implantação do software APS no sistema produtivo da empresa, foi necessário haver uma modelagem desse sistema produtivo, realizando um levantamento de dados para identificar as necessidades, as características de processo de produção e de planejamento e programação da produção, além de verificar a presença de seus sistemas de informação, aproveitando os investimentos já realizados.

Esta etapa incluiu as atividades principais descritas a seguir.

- **Elaboração do plano integrado do projeto:** teve por objetivo detalhar o plano integrado de implantação do *software* na empresa, onde qualquer pessoa envolvida no projeto pode encontrar as referências aos documentos válidos para o projeto e como ele é gerenciado.
- **Realização da reunião *Kick off*:** teve como objetivo formalizar o início do projeto de implantação do *software*, além de apresentar uma descrição sobre o escopo do projeto ajustado, condições de gerenciamento do projeto e próximos passos.
- **Treinamento básico:** teve como objetivo orientar os usuários envolvidos com o projeto de implantação quanto ao uso do APS.

4.4.2 Análise e especificação

A especificação detalhada do projeto inclui a descrição das adaptações requeridas para a aplicação a ser modelada e configurada no APS.

Como resultado desta etapa, foi elaborada a Estrutura Analítica do Projeto, onde foram definidas as entregas do projeto, as atividades a serem realizadas para a obtenção de cada entrega e a alocação de recursos, resultando em um plano de atividades para cada membro da equipe do projeto.

4.4.3 Preparação de cadastro e infraestrutura

Nesta etapa houve o levantamento e preparação dos dados requeridos pelo APS visando à formação de uma base de dados e parametrização. Foram desenvolvidas as interfaces de

integração aos sistemas utilizados pela empresa e que deverão trocar dados e informações com o APS.

4.4.4 Desenvolvimento

O objetivo desta fase foi o desenvolvimento de todas as características na configuração do APS, incluindo regras de sequenciamento personalizadas ao processo produtivo, criação dos procedimentos de importação, exportação e integração com os sistemas já utilizados na empresa, adequação de relatórios e gráficos.

4.4.5 Testes integrados e simulação operacional

Nesta fase o sistema APS foi simulado em um ambiente de teste com dados reais, para assegurar que a solução obtida atendia aos objetivos identificados na fase de especificação funcional. O marco de encerramento dessa fase foi a validação da solução.

4.2.6 Implantação (Go-live e operação Assistida)

Nesta fase foi entregue o sistema APS customizado, realizado o treinamento operacional e liberado o APS para gerar os primeiros sequenciamentos da produção da empresa sob supervisão e orientação. O final desta fase representa o marco final de projeto, sendo formalizado pelo aceite da empresa.

5. Programação da produção com a Implantação do APS

Como já era de conhecimento da empresa, havia grandes quantidades de pedidos em atraso que precisavam ser resolvidos com urgência. No primeiro momento, os dados de entrada que iriam alimentar o sistema foram analisados detalhadamente, verificando-se se eram coerentes e confiáveis, possibilitando assim um alto grau de acerto no sequenciamento gerado pelo APS.

Graças à representação gráfica do APS (gráfico de Gantt) foi possível visualizar todo o horizonte de programação da produção dos pedidos em carteira, diversas informações relacionadas aos roteiros de produção, que antes eram difíceis de serem identificadas e a realização de análises mais precisas com base nos relatórios disponíveis, sendo alguns desses padronizados e outros personalizados.

Dentre esses relatórios está o relatório Total de Ordens Programadas no Período. Esse relatório traz a quantidade total das ordens programadas, ordens atrasadas, ordens em dia, bem como suas porcentagens e a média de dias em atraso das ordens em um determinado período definido pelo programador ou gerente responsável.

De acordo com os gerentes do PCP, o prazo de entrega era definido sem considerar o a carga atual e a programação futura da fábrica, conforme as ordens de produção iam sendo liberadas e novos pedidos eram aceitos.

O APS possibilitou definir novas prioridades para a programação, minimizando impactos causados por atrasos de clientes estratégicos e/ou aqueles que possuíam altas multas contratuais por atraso.

O sistema também permitiu que houvesse uma mudança estratégica quanto ao setor foco da produção, já que anteriormente a produção era baseada de acordo a capacidade do setor de fundição. Após a implantação, o foco passou a ser o setor de usinagem e as demais áreas passaram a ser consideradas como fornecedoras desse setor. As ordens de produção passaram a ser programadas a partir do setor da usinagem, mas inseriu-se no sistema um cadastro dos recursos e das restrições de capacidade de produção das etapas de fusão e fundição para serem considerados no desenvolvimento da programação. Com isso, visava-se reduzir os *lead times*

de produção e antecipações desnecessárias. A programação da produção seria realizada buscando controlar de forma sistemática o tempo de espera entre a fundição e a usinagem, a fim de evitar a fundição de peças que não possuíssem capacidade de usinagem dentro do tempo satisfatório.

6. Resultados e discussões

Após a implantação do APS, deu-se início aos sequenciamentos da produção no mês de fevereiro de 2015, onde as ordens de produção eram importadas do ERP da empresa pelo APS e sequenciadas.

Na tabela 2 abaixo, são expostas as informações das ordens programadas, importadas do ERP da empresa, no momento em que o APS começou a gerar os sequenciamentos de produção, no mês de fevereiro de 2015.

Total de Ordens Programadas	Total de Ordens Atrasadas	% Ordens Atrasadas	Total de Ordens em Dia	% Ordens em Dia	Média Dias Atrasados
713	596	83,59%	117	16,41%	20,86

Fonte: Adaptado pelo autor

Tabela 2 - Dados do relatório do Total de Ordens Programadas no Período entre fevereiro a julho de 2015

Como se pode observar, ao cadastrar as ordens que estavam sendo processadas mais as ordens que deveriam ser processadas no horizonte de fevereiro a julho, em um total de 713 ordens programadas, 83,59% dessas ordens estavam atrasadas.

À medida que as ordens eram finalizadas e mais ordens chegavam, o APS programava e reprogramava de acordo uma lógica de sequenciamento ajustada aos objetivos da empresa, que visava à diminuição dos números ordens em atraso, além de considerar toda e qualquer situação que impedisse de alguma forma o andamento correto da produção, como quebra de máquina, falta de mão de obra ou de matéria prima, ou qualquer outra restrição que impossibilitasse que uma determinada ordem fosse processada.

Assim, ao coletar os dados da programação no final do mês de maio, foi possível observar ganhos na redução da porcentagem ordens atrasadas. A produção agora se encontrava mais balanceada e distribuída entre os recursos da empresa.

A tabela 3 sintetiza as informações contidas no relatório de Total de Ordens Programadas no Período. Essas informações dizem respeito às ordens existentes em fábrica, programadas entre os meses de maio a julho, coletadas no final do mês de maio.

Total de Ordens Programadas	Total de Ordens Atrasadas	% Ordens Atrasadas	Total de Ordens em Dia	% Ordens em Dia	Média Dias Atrasados
385	127	32,99%	258	67,01%	2,07

Fonte: Adaptado pelo autor

Tabela 3 - Dados do relatório do Total de Ordens Programadas por Período entre maio e julho de 2015

Como se pode observar, houve uma significativa redução na porcentagem de ordens atrasadas, e a média de dias diminuiu cerca de 10 vezes.

O aumento do processamento das ordens em dia contribuiu diretamente para à diminuição de aproximadamente 46% do total de ordens programadas (ou seja, ordens aguardando na fila ou em processo). Antes a fábrica possuía somente 16,41% das ordens programadas em dia, o que acarretava filas de insumos a serem processados, somadas às novas entradas de ordens, gerando um grande número de ordens programadas.

Com a capacidade de programação e reprogramação do software, respeitando as restrições existentes na fábrica e as possíveis restrições que podem ocorrer durante a programação, o tempo de atravessamento das ordens diminuiu, ou seja, obtiveram-se menores *lead times* de produção. Houve também um aumento aparente da capacidade da área de fusão e fundição, relacionado à seleção inteligente das ordens que realmente deveriam ser iniciadas e um aumento do percentual das ordens em dia.

Ao diminuir ordens em atraso, conseqüentemente, a empresa obteve ganhos e economia, como a redução de multas por atraso e a redução de capital imobilizado em estoque em processo (WIP) e em estoque de produtos acabados, que eram finalizados antes da data de entrega. Estes fatores citados constituem-se sempre objetivos gerenciais importantes.

7. Considerações finais

Neste trabalho apresentou-se um estudo referente ao processo de implantação do *software* APS, onde buscou-se observar e descrever esse processo, bem como avaliar os resultados que a implantação pôde gerar para a empresa.

Após um período de 14 meses, desde a implantação até os primeiros resultados gerados pela programação da produção, foi possível observar ganhos em alguns indicadores considerados importantes, como a porcentagem de ordens atrasadas, que passou de 83,59% para 32,99%. Isso impactou diretamente em uma diminuição na média de dias em atrasos de 20,86 para 2,07 dias.

Esses resultados representaram para a empresa uma redução das multas ocorridas por atrasos na entrega, acarretando economia termos monetários e melhorando a relação com os clientes.

Com os ajustes na programação da produção, quantidade de estoques em processo e de produtos acabados também diminuí, o que indiretamente contribui no fluxo de caixa, já que esses estoques, por si, não geram renda à curto prazo.

Assim, em termos gerenciais, esses fatores citados contribuem para uma melhor tomada de decisão e planejamento estratégico da empresa.

Como proposta futura de pesquisa, sugere-se a realização de um estudo da aplicação de um software APS em um horizonte de tempo maior, em uma empresa com um maior nível de maturidade na programação da produção, permitindo que sejam avaliados outros impactos que o uso dessa ferramenta pode proporcionar.

Referências

APICS. Using Information Technology to Enable Supply Chain Management, APICS Certified Supply Chain Professional Learning System, APICS, Alexandria, VA. 2010.

EMPRESA DE IMPLANTAÇÃO DO SOFTWARE . Arquivos Internos. 2015.

FERNANDES, F. C; GODINHO FILHO, M. Planejamento e Controle da Produção: dos fundamentos ao essencial. São Paulo: Atlas, 2010.

GAITHER, N.; FRAZIER, G. Administração da Produção e Operações. 8. ed. São Paulo: Pioneira, 2002.

HVOLBY, H.H.; STEGER-JENSEN, K. Technical and industrial issues of Advanced Planning and Scheduling (APS) systems. Computers in Industry, v. 61, n. 9, p. 845-851, 2010.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Produção industrial cai em 11 dos 14 locais pesquisados em fevereiro. Disponível em:

<<http://saladeimprensa.ibge.gov.br/noticias.html?view=noticia&id=1&idnoticia=3134&busca=1&t=producao-industrial-cai-11-14-locais-pesquisados-fevereiro>>. Acesso em: 21 Jul. 2016a.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Produção industrial cresce em 10 dos 14 locais pesquisados em março. Disponível em:

<<http://saladeimprensa.ibge.gov.br/noticias.html?view=noticia&id=1&idnoticia=3157&busca=1&t=producao-industrial-cresce-dez-14-locais-pesquisados-marco>>. Acesso em: 21 Jul. 2016b.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Produção industrial cresce em 5 dos 14 locais pesquisados em abril. Disponível em:

<http://saladeimprensa.ibge.gov.br/noticias.html?view=noticia&id=1&idnoticia=3179&busca=1&t=producao-industrial-cresce-5-14-locais-pesquisados-abril>. Acesso em: 21 Jul. 2016c.

LIDDELL, Mike. O pequeno livro azul da programação da produção. 2. ed. Vitória: Tecmaran, 2009. 127 p.

LUSTOSA, Leonardo et al. Planejamento e controle da produção. Rio de Janeiro: Elsevier, 2008.

MESQUITA, M. A.; SANTORO, M. C. Análise de modelos e práticas de planejamento e controle da produção na indústria farmacêutica. Revista Produção. v.14, n.1, 2004.

MIGUEL, P. A. C. Estudo de caso na engenharia de produção: estruturação e recomendações para sua condução. Produção, v. 17, n. 1, p. 216-229, 2007.

MIGUEL, P.A.C.; SOUZA, R. O Método do Estudo de Caso na Engenharia de Produção. Metodologia de pesquisa em engenharia de produção e gestão de operações. Rio de Janeiro: Elsevier. Cap, v. 6, p. 131-148, 2012.

SILVA, E. L.; MENEZES, E. M. Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação. 4 ed. Florianópolis - SC: UFSC, 2005. 138 p. Disponível em:

<https://projetos.inf.ufsc.br/arquivos/Metodologia_de_pesquisa_e_elaboracao_de_teses_e_dissertacoes_4ed.pdf> Acesso em: 15 jun. 2016.

SIPPER, D.; BULFIN JR. R. L. Production: Planning, Control and Integration. New York: McGraw Hill, 1997.

SNOO, C. D.; WEZEL, W. V.; JORNA, R. J. An empirical investigation of scheduling performance criteria. Journal of Operations Management. v. 29, p. 181 - 193, 2011.

STADTLER, H. Supply chain management and advanced planning - basics, overview and challenges. European Journal of Operational Research, v. 163, n. 3, p. 575-588, 2005.

STEGER-JENSEN, K. et al. Advanced Planning and Scheduling technology. Production Planning & Control, v. 22, n. 8, p. 800-808, 2011.

TUBINO, D. F. Planejamento e Controle da Produção: Teoria e Prática. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2009. 206 p.